中華農業研究(J. Agric. Res. China) 52:178~190 (2003)

有機資材氮礦化特性研究[1]

林毓雯[2]　劉滄棽[2]　王鐘和[2,3]

摘　要

林毓雯、劉滄棽、王鐘和。2003。有機資材氮礦化特性研究。中華農業研究 52:178-190。

本研究共收集九種有機資材，以土柱孵育淋洗法研究其氮礦化特性。孵育二、四、六、八週之累積氮礦化量與資材碳氮比之自然對數值，可達顯著負相關。孵育八週內之資材氮礦化特性可分為兩組：第一組資材(豬糞 I、豬糞 II、雞糞堆肥、木屑堆肥及蔗渣堆肥)在孵育第一週氮持續釋出，其累積礦化量在第一或二週達到第一個高峰，之後一至五週間氮礦化趨緩，其中豬糞 I 及雞糞堆肥分別在第二與第六週後氮繼續釋出，而木屑堆肥、豬糞 II 及蔗渣堆肥則在第一至四週間陸續出現氮同化現象。第二組資材(牛糞、稻稈、田菁、蔗渣)則除了孵育第一及第二天，部分資材有氮礦化之外，一直到孵育第八週，皆呈現氮同化現象。孵育八週至三十六週期間，豬糞 I 及雞糞堆肥在八週以後仍持續有氮礦化出來，雞糞堆肥約在第二十四週累積礦化氮量達第二波高峰，而豬糞 I 則在孵育三十六週之內累積礦化氮仍持續增加中。牛糞及稻稈兩資材則持續氮同化作用，牛糞直到二十八週之後開始有氮礦化，而稻稈則到孵育試驗結束時，都還是持續氮同化現象。

關鍵詞：有機資材、氮礦化特性、累積氮礦化量、碳氮比。

前　言

隨著人口增加造成糧食需求的壓力，現代農業生產不只重產量也注重品質的提昇，所產出的大量農業廢棄有機資材的處理，則又成為農政及環保單位的一大挑戰(台灣省畜牧廢棄資源再生利用協會 1998)。自古以來農業廢棄物的處理多以回歸農田再利用為主，除了減少垃圾也可將資材中的養分回歸土壤供作物吸收。然而要將大量有機資材施用到農田，無論作為肥料或是土壤改良劑，皆須考慮其肥效問題，方可達到增進地力又兼顧環保的目的。

有機資材的肥效主要決定於氮的礦化釋出量，以及礦化速度是否能配合作物需肥時機而定。一般對於有機資材的肥效，多據過去使用的經驗值來估算，亦即假設有機資材可釋出氮量為其全氮量的固定比例，如 30%或 50%(鍾等 1999)。也有部分試驗是以某些化學藥劑所能萃取的氮量來估算，如碳酸銨萃取法。然有機資材種類繁多，成分各異(李&連 1997)，不同資材氮的礦化特性不同，即使商品名

1. 行政院農業委員會農業試驗所研究報告第 2161 號。接受日期：92 年 5 月 12 日。
2. 本所農業化學組助理研究員、助理研究員、副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 通訊作者，電子郵件：chwang@wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(04)23302805。

稱相同之有機質肥料，其氮礦化特性也會隨原料成分而異，以同一標準加以估算易造成肥料浪費或肥分不足。因此，本研究收集多種不同成分有機資材，比較其氮礦化特性之差異，以提供有機資材施用之參考。

過去對於有機資材氮礦化量的研究方法，有作物吸收法(Fox *et al.* 1990)、田間包埋法(前田&志賀 1978)及孵育法(Stanford & Smith 1972；Vallis & Jones 1973；Castellanos & Pratt 1981；Douglas & Magdoff 1991；林&洪 1995；李 1996；莊&李 1998)，孵育法又分為淋洗法(Stanford & Smith 1972；Douglas & Magdoff 1991；李 1996)及萃取法(Vallis & Jones 1973；Castellanos & Pratt 1981；林&洪 1995；莊&李 1998)。作物吸收法較為準確但耗費人力，田間包埋法較難去除作物根系及土壤動物殘體之干擾，孵育萃取法較為簡便卻無法反映作物吸收量，孵育淋洗法則兼具簡便又可適度反映作物吸收量之優點。本研究中有機資材之氮礦化量，即以土柱孵育淋洗法進行。

材料與方法

土柱孵育淋洗試驗

本研究共收集豬糞 I、牛糞、雞糞堆肥、稻稈、田菁、木屑堆肥、蔗渣、豬糞 II 及蔗渣堆肥等九種有機資材，來源詳如表 1。資材經風乾粉碎後過 1mm 篩。供試土壤為平鎮系紅壤及二林系黏板岩沖積土，土樣分別取自平鎮市及永靖鄉之水田土壤，經風乾，以 2 mm 篩過篩。

供試土壤 30g 及等量石英砂(以 20mesh 篩過篩)，添加 1g N/kg(土壤加石英砂重)之供試資材，混合均勻後置於內徑 4.2cm、高約 15cm，附有流量調節開關之玻璃淋洗管內，填裝後土柱高約 4cm 至 4.5cm。於第 0, 1, 2 天及第 1, 2, 4, 6, 8 週，分別先以 0.01M 氯化鈣溶液 200ml 分十次洗出無機態氮，再以 50ml 無氮營養液(含 0.002 M 硫酸鈣、0.002 M 硫酸鎂、0.005 M 磷酸二氫鈣、0.0025 M 硫酸鉀)分兩次淋洗後，以真空馬達調整水分張力至 80kPa，置於 25℃之定溫下孵育，每兩天取出土柱以秤重法調整水分。每處理為三重複，另以不加肥料之處理為對照組。洗出液之無機態氮含量以 Astoria-Pacific 自動分析儀測定。

部分資材進行長期孵育，在八週之後，分別又於 10, 12, 14, 16, 18, 20, 24, 28, 32, 36 週取出淋洗。

氮礦化特性曲線圖

土柱自孵育第一天起所淋洗出之無機態氮，即視為礦化氮，以添加資材土柱之氮礦化量扣除對照組土柱之氮礦化量，即為該資材之氮礦化量(不考慮逸失氣態氮量)。以資材之累積氮礦化量對孵育時間作圖，可得有機資材之氮礦化特性曲線圖。

表 1. 供試資材來源

Table 1. Original sources of organic materials used in the study.

Organic material	Original source
Hog manure I	Air-dried hog manure, stored for six to seven months
Cattle manure	Fresh cattle manure
Chicken manure	Commercial
Rice straw	From TARI[z](2001,first crop)
Saw-dust compost	From TARI
Sesbania	From TARI (Whole plant)
Pure bagasse	From Taiwan Sugar Co., Jen-Te
Hog manure II	Fermented hog manure, amended with calcium carbonate(Taiwan Sugar Co., Hu-Wei)
Bagasse compost	Composted hog manure and bagasse(Taiwan Sugar Co., Jen-Te)

[z] Taiwan Agricultural Research Institute。

土壤性質分析

質地：吸管法(Gee & Bauder 1986)。酸鹼值：20g 土壤加 20ml 去離子水，攪拌均勻後靜置一小時，其間偶爾攪拌數次，以 Radiometer Copenhagen pHC2401-8 複合電極測定 pH 值。電導度：酸鹼值測定完之樣本，加入 80ml 去離子水，攪拌均勻後，以 Whatman No.42 濾紙過濾，濾液以 ORION model 122 電導度計測定電導度。有機碳：Walkley-Black 重鉻酸根氧化法(Nelson & Sommers 1986)。有效性氮：10g 土壤加 10%氯化鉀溶液 100ml，150rpm 震盪一小時後，以 Whatman No.2 濾紙過濾，濾液加硫酸亞鐵及鋅粉，以微量擴散法測定無機態氮含量(Keeney & Nelson 1986)。全氮：凱氏氮法(Bremner & Mulvaney 1986)。土壤性質分析結果詳如表 2。

有機資材性質分析

酸鹼值：10 g 資材加 100 ml 去離子水，攪拌均勻後靜置一小時，其間偶爾攪拌數次，以 Radiometer Copenhagen pHC2401-8 複合電極測定 pH 值。全碳、全氮：以元素分析儀 (Perkin Elmer seriesII 2400) 測定。碳氮比：以元素分析儀所測得之全碳量，除以同儀器所測得之全氮量得之。全磷鉀：秤 0.5g 資材，添加 6ml 硝酸及過氯酸(5:1)混合液，靜置過夜。翌日置於分解爐先以 140℃加熱，若樣本不會激烈沸騰，則提高溫度至 170℃，分解至棕色氣體消失，可再提高分解溫度至 200℃以內。待分解液變澄清即可離爐放冷，加 3 N 鹽酸 5ml，再置於 140℃下加熱 10 分鐘即完成分解。分解液定量並以 Whatman No.2 濾紙過濾後，濾液以 JOBIN-YVON JY50P 感應耦合電漿分光光度計測定磷、鉀含量。

結　　果

供試有機資材基本性質分析，結果(表 3)顯示供試資材基本性質的變異範圍為，pH：5.5~7.9、全碳：223~458 g/kg、全氮：7.1~45.7 g/kg、碳氮比：7.03~56.55、全磷：1.1~27.7 g/kg、全鉀：2.0~20.8 g/kg，涵蓋有很大的變異。其中動物質資材及堆肥(牛糞除外)，普遍含有較高的全氮和較低的碳氮比；植物質資材皆含有較低的全氮和較高的碳氮比。

表 2. 供試土壤的一些基本性質

Table 2. Some selected properties of Erhlin and Pingchen soils used in the study.

Soil	Texture	pH (1:1)	EC (1:5) (dS/m)	OM (g/kg)	Available N (mg/kg)	Total N (g/kg)
Eh[z]	SiCL	6.4	0.39	26.8	106.5	2.6
Pc	C	5.0	0.11	20.0	98.0	1.6

[z] Eh: Erhlin soil; Pc: Pingchen soil

表 3. 供試肥料的一些基本性質

Table 3. Some selected properties of organic materials used in the study.

Organic material	pH (1:10)	Total C (g/kg)	Total N (g/kg)	C/N	Total P (g/kg)	Total K (g/kg)
Hog manure I	6.1	364	45.7	7.96	27.7	4.1
Cattle manure	7.4	411	18.8	21.81	4.2	5.5
Chicken manure	7.8	223	31.7	7.03	20.0	20.8
Rice straw	6.2	403	7.1	56.55	1.1	13.7
Saw-dust compost	5.8	424	22.4	18.93	15.7	13.6
Sesbania	5.5	458	16.7	27.38	1.6	6.0
Pure bagasse	5.9	238	10.0	23.92	2.7	2.0
Hog manure II	6.6	337	25.4	13.28	11.3	17.7
Bagasse compost	7.9	247	18.8	13.13	6.0	20.2

孵育二、四、六、八週之資材累積氮礦化量，分別對資材碳氮比和碳氮比之自然對數值進行直線迴歸分析，結果(表 4)顯示在兩種供試土壤中，累積礦化量與資材碳氮比之自然對數值皆有顯著的負相關，其中以孵育六週的相關性最好。利用上述累積氮礦化量對碳氮比自然對數值之迴歸式，可計算出各供試資材之理論累積氮礦化量，將此預測值對實測值作圖(圖 1)，顯示預測值與實測值之差異，以孵育六週時為最小。

豬糞 I、雞糞堆肥、木屑堆肥、豬糞 II 及蔗渣堆肥(以下稱為第一類資材)孵育八週之氮礦化特性曲線(圖 2)，結果顯示此類資材在孵育第一週，氮持續釋出，其累積礦化量在第一週或二週達到第一個高峰，且在後續的一至五週會有氮礦化趨緩的現象。過了氮礦化趨緩期之後的氮礦化特性，則又分為兩類，其中豬糞 I 及雞糞堆肥在孵育第二至六週後氮繼續釋出，且礦化速率有隨孵育時間增加而加快之現象；而木屑堆肥、豬糞 II 及蔗渣堆肥則在第一至四週後陸續出現氮同化(immobilization)現象。牛糞、稻稈、田菁及蔗渣(以下稱為第二類資材)孵育八週之氮礦化特性曲線(圖 3)，顯示此類資材除了孵育第一及第二天，部分資材有氮礦化之外，一直到孵育第八週，皆呈現氮同化現象。豬糞 I、牛糞、雞糞堆肥及稻稈孵育三十六週之氮礦化特性曲線(圖 4)，顯示豬糞 I 及雞糞堆肥在八週以後仍持續有氮礦化出來，雞糞堆肥約在第二十四週累積礦化氮量達第二波高峰，而豬糞 I 則在孵育三十六週之內累積礦化氮仍持續增加中。至於牛糞及稻稈兩資材則持續呈現氮同化作用，牛糞直到二十八週之後才開始有氮礦化，而稻稈則直到孵育試驗結束時，都還是持續氮同化現象。另外，將九種供試有機資材孵育第零天所洗出之無機氮量，計入累積氮礦化量作成累積無機氮圖(圖 5)，顯示孵育開始前資材所含之無機氮量有很大差異，其中田菁所含的無機氮量為其他八種資材的數倍至數百倍以上。

討 論

選擇二林系和平鎮系土壤，作為土柱孵育淋洗試驗之土壤，係因二林系為國內平地鹼性黏板岩沖積土母質之土壤中分布面積最大者，平鎮系則為國內平地酸性紅壤母質土壤中分布面積最大者(林&蔡 1994)，期使試驗結果可應用於國內大多數地區。其次，本研究共收集九種國內常用有機資材，包括動物質有機資材三種(豬糞 I、牛糞、豬糞 II)、植物質有機資材三種(稻稈、田菁、蔗渣)，及堆肥三種(雞糞堆肥、木屑堆肥、蔗渣堆肥)，目的在於顯示各種不同來源資材的氮礦化特性，以供田間施用上之參考。

表 4. 累積氮礦化量對資材之碳氮比、碳氮比之自然對數值進行直線迴歸之決定係數

Table 4. The determination coefficients of linear regression between accumulated mineralized nitrogen, C/N and Ln (C/N) separately

Soil	Incubation time (weeks)	C/N	Ln (C/N)^{z}
Erhlin	2	0.731(-0.80)^{**yx}	0.746(-18.69)**
	4	0.700(-0.97)**	0.801(-24.11)**
	6	0.681(-1.09)**	0.847(-28.28)***
	8	0.582(-1.30)*	0.817(-35.84)***
Pingchen	2	0.472(-0.03)*	0.668(-16.45)**
	4	0.472(-0.04)*	0.720(-22.35)**
	6	0.468(-0.05)*	0.744(-27.65)**
	8	0.431(-0.06)*	0.716(-34.12)**

^{z} Naperian logarithm of C/N。

^{y} *, **, ***: 5, 1, 0.1% significant level, respectively。

^{x} The value in the parenthesis is the slope of the regression equation。

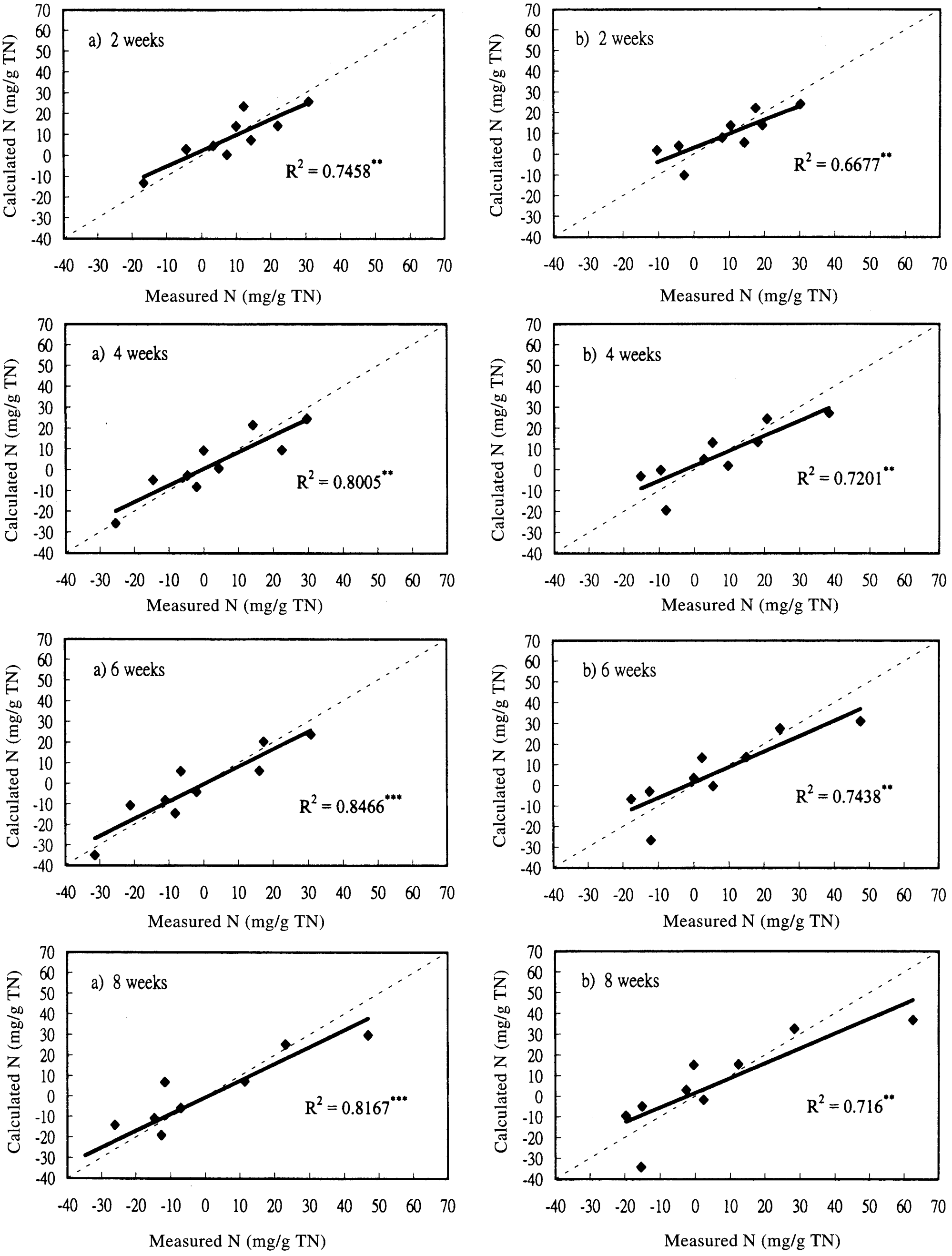

圖 1. 孵育 2, 4, 6, 8 週後供試有機資材累積氮礦化量之預測值與實測值相關圖(a:二林土壤, b:平鎮土壤; 虛線代表預測值對實測值為 1:1)。

Fig. 1. Relationships between the calculated and measured accumulated N released from the soils amended with organic materials after 2, 4, 6, 8 weeks incubation (a:Erhlin soil, b:Pingchen soil; The dashed lines are 1:1 plots of calculated and measured data).

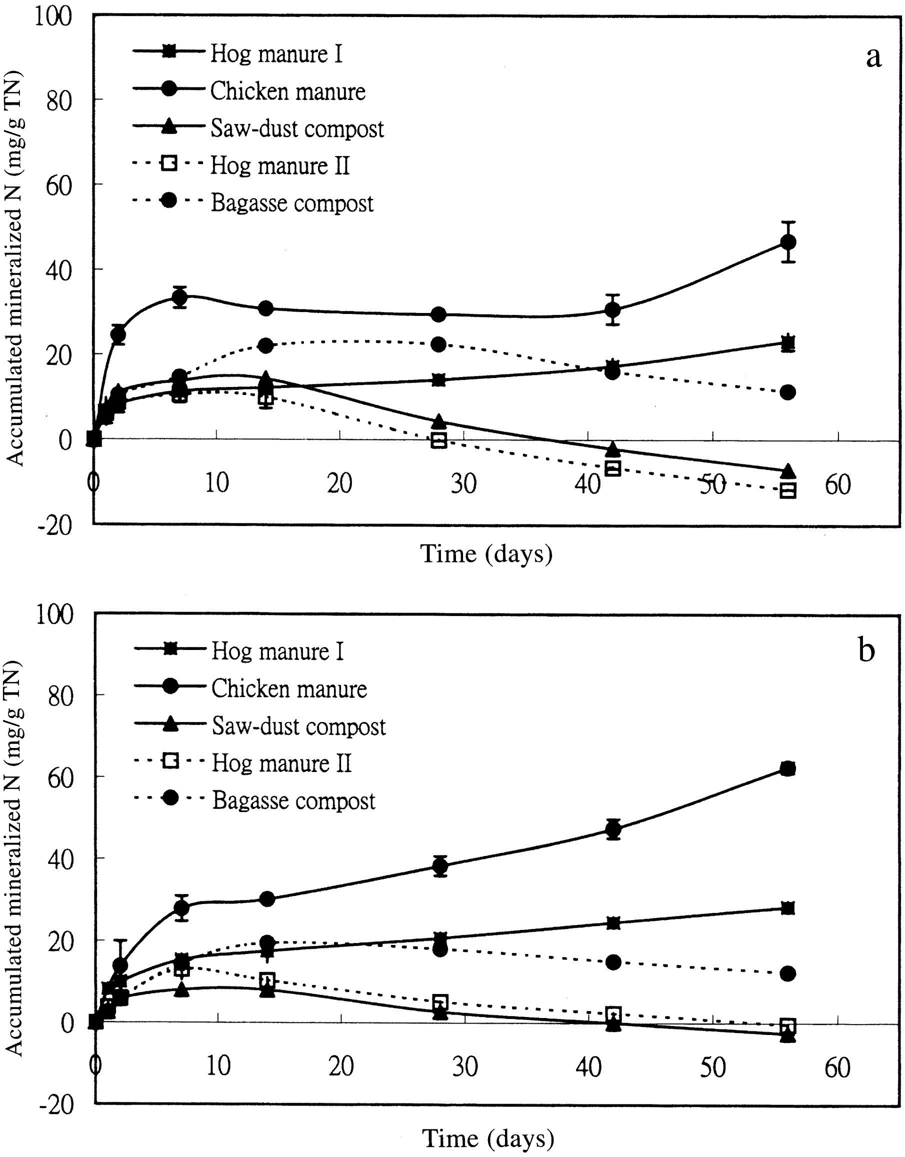

圖 2. 供試有機資材孵育八週之氮礦化特性曲線(a:二林土壤, b:平鎮土壤)。

Fig. 2. Nitrogen mineralization characteristic of soils amended with organic materials during 8 week incubation (a:Erhlin soil, b:Pingchen soil).

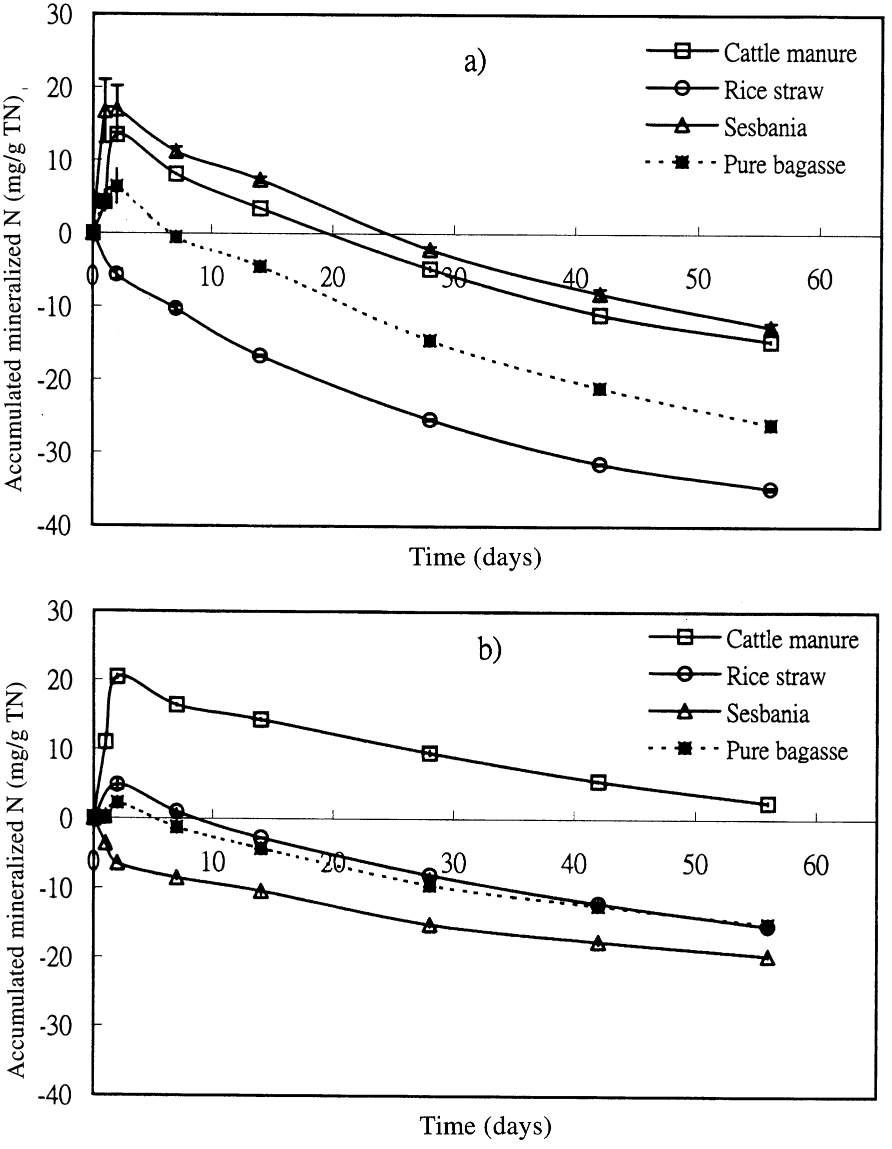

圖 3. 供試有機資材孵育八週之氮礦化特性曲線(a:二林土壤, b:平鎮土壤)。

Fig. 3. Nitrogen mineralization characteristic curves of organic materials amended soils during 36 weeks incubation (a:Erhlin soil, b:Pingchen soil).

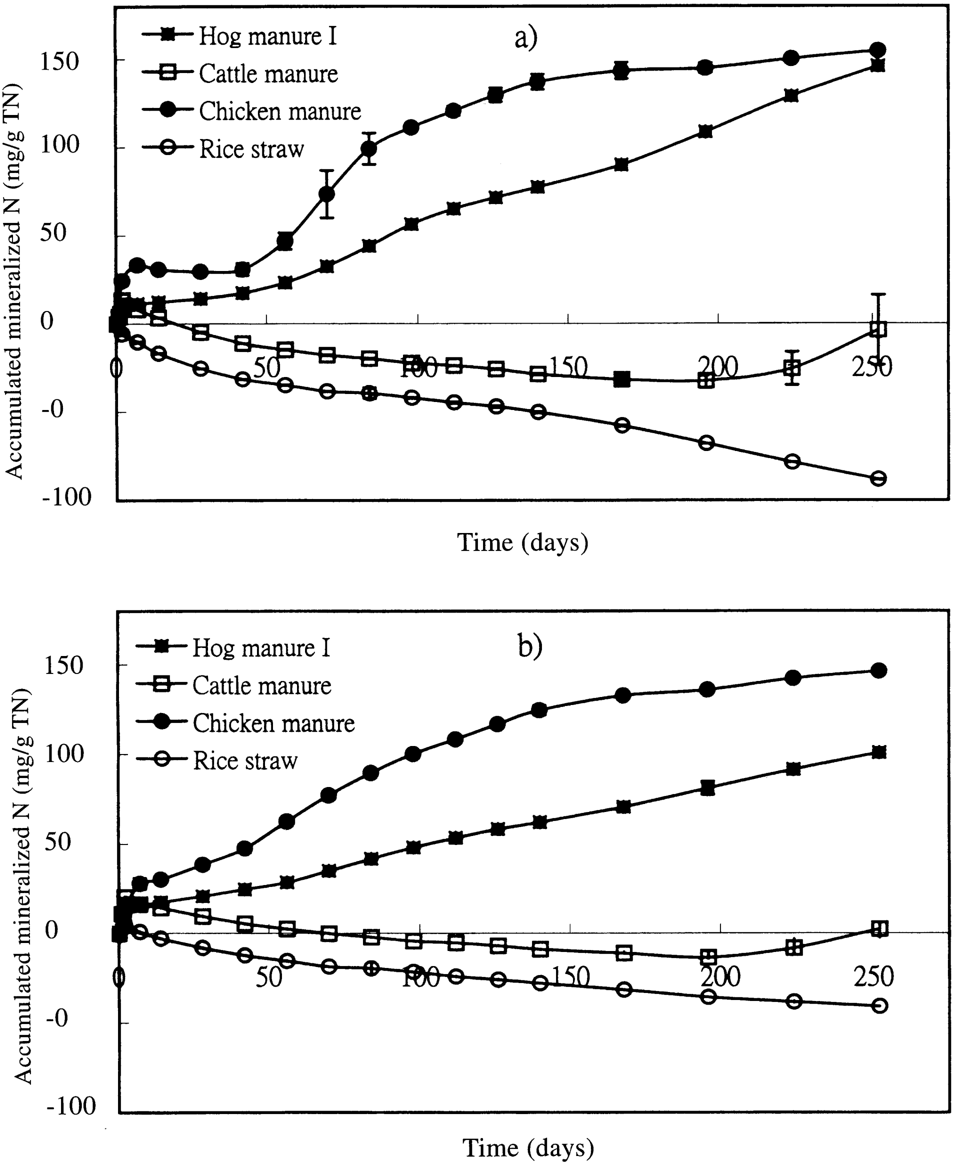

圖 4. 供試有機資材孵育三十六週之氮礦化特性曲線(a:二林土壤, b:平鎮土壤)。

Fig. 4. Nitrogen mineralization characteristic of soils amended with organic materials during 36 week incubation (a:Erhlin soil, b:Pingchen soil).

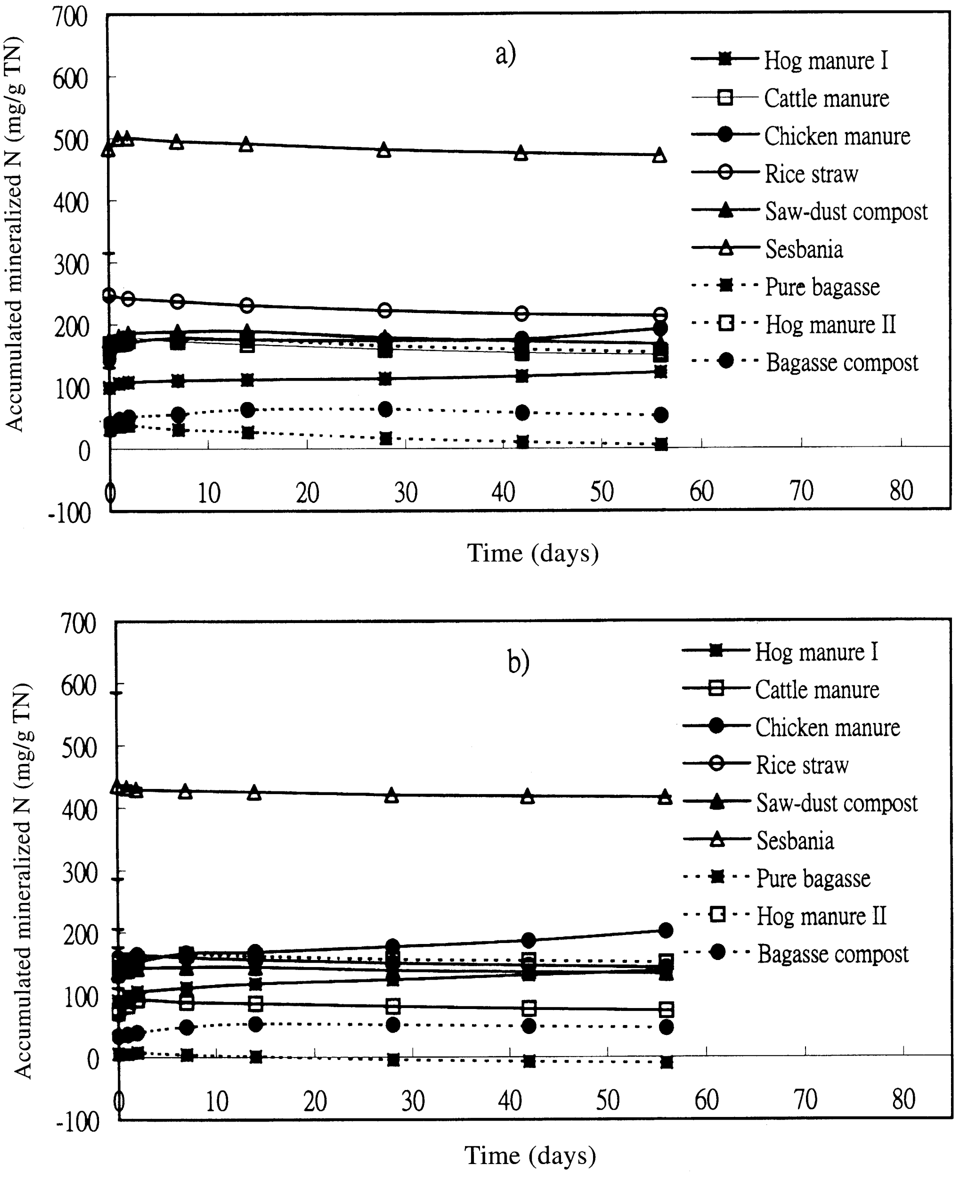

圖 5. 供試有機資材孵育八週之累積無機氮圖(a:二林土壤, b:平鎮土壤)。

Fig. 5. Accumulation of mineral nitrogen by soils amended with organic materials for 8 week (a:Erhlin soil, b:Pingchen soil).

有機資材之累積氮礦化量與碳氮比之關係

由於不同作物之生長期及養分吸收特性不同(Sullivan *et al* 1999；連 1974)，不同時期之氮礦化量對不同作物的影響各異，因此有必要將資材累積氮礦化量依不同時期加以探討，以提供不同使用目的之參考。大部分作物在生長初期都需要相當量的氮，因此，大多數有關土壤氮肥力指數(nitrogen indices)試驗，皆以孵育前兩週之氮礦化量，作爲評估基準，且皆與供試作物之氮吸收有良好相關(Keeney 1986)。然而，對於中長期作物而言，其氮吸收高峰期則多在發芽後一個月至兩個月之間(Sullivan *et al.* 1999；王 1975)，除了生長初期氮供應量之外，生育一至二個月時之氮供應也非常重要。因此，本研究將供試資材的累積氮礦化量分爲二、四、六、八週四個時期探討。

由前述結果顯示，孵育二、四、六、八週之累積氮礦化量與資材碳氮比之自然對數值皆有顯著負相關。此乃由於有機資材的礦化是微生物對資材的分解而來，而微生物需要從資材中獲取碳及氮源以合成體質，且其體質本身的碳及氮有一定比例，一般而言，每同化一單位的氮，可同化 10 單位的碳素，另有 20 單位的碳素以二氧化碳釋出(林 1978)。所以資材中的碳氮比若低於微生物合成體質所需，則在資材的分解過程中能有多餘的氮礦化供作物吸收。反之，資材中的碳氮比若高於微生物所需，則微生物必須由土壤環境中攝取氮以滿足其合成體質所需，短時間內反而造成氮的同化作用。因此資材的碳氮比，常左右資材分解過程可否有多餘的氮釋出(前田&志賀 1978；Norman *et al.* 1990；Douglas & Magdoff 1991；Constantinides & Fownes 1994)。

不同孵育時期之資材氮礦化特性

有機資材相較於化學肥料，其肥分釋出緩慢，相對的可維持殘效時間長，長期施用之肥效較單作施用高(連 1995)。因此，短期作物單作施用有機資材僅考慮其短期氮礦化特性，對肥效之預估可能不至於造成太大差異，若要多作連續施用，或施用在果樹等多年生作物時，則其長期礦化特性不容忽視。因此，除了八週礦化試驗之外，本研究另擇豬糞 I、牛糞、雞糞堆肥及稻稈等資材，進行三十六週之長期試驗。

依據資材孵育八週之氮礦化特性曲線，可將資材依其礦化特性分爲兩類。第一類資材包括三種堆肥及兩種動物質肥料(不含牛糞)，全氮含量爲 18.8~45.7 g/kg，碳氮比 7.03~18.93。由其氮礦化特性曲線(圖 2)顯示，此類資材在孵育初期，氮持續釋出，其累積礦化量在第一週或二週達到第一個高峰，之後氮礦化趨緩。過了氮礦化趨緩期之後的氮礦化特性，則依資材的特性，部分呈現第二波氮礦化，部分則出現氮同化現象。以此類資材的來源觀之，皆屬於糞尿類肥料或堆肥，根據前人研究(Castellanos & Pratt 1981；林&洪 1995)亦顯示，此類資材在孵育初期，累積氮礦化量普遍有先達一個高峰之後，維持一段時間不變、緩慢增加或甚至降低之後，再出現第二波的氮礦化現象。至於本研究中木屑堆肥、豬糞 II 及蔗渣堆肥在後期出現氮同化現象，應與其成分中含有木屑和蔗渣等碳氮比高的資材有關，當其中較易分解的成分陸續分解之後，這些較難分解的成分比例提高，在分解的過程中反而需由環境中吸收無機氮供微生物之用。

第二類資材包括三種植物質資材及牛糞，全氮含量 7.1~18.8 g/kg，碳氮比 21.81~56.55。由其氮礦化特性曲線(圖 3)結果顯示，此類資材除了孵育第一及第二天，部分資材有氮礦化之外，一直到孵育第八週，皆呈現氮同化現象。以資材的來源觀之，除了牛糞之外，皆屬於植物性資材，根據 Chae & Tabatabai(1986)的研究顯示，植物質的資材除了綠肥以外，孵育十二週以前其累積氮礦化量皆低於對照組(即未添加資材處理)，表示此類資材的添加也造成氮同化現象。值得注意的是，牛糞雖屬於糞尿類資材，但其氮礦化特性卻類似植物性資材，此乃由於牛爲草食性動物，故其排泄物中含有多量未經消化的植物殘渣，且未經醱酵堆積，相較於豬糞及雞糞其全氮含量低、碳氮比高(台灣省畜牧廢棄資源再生利用協會 1998)，故其氮礦化特性與植物質資材類似。另外，田菁雖屬於綠肥，但由其氮礦化特性曲線顯示，除了孵育初期有氮礦化外，之後皆呈現氮同化現象，這可能由於田菁含有大量硝酸態氮，在孵育開始前(即第零天)即被淋洗出土柱外，因而造成土柱內資材之碳氮比升高；其次，所使用之田

菁爲夏作，生長期長達八十多天，較之一般田間建議施用期長，植體較爲成熟，碳氮比已高達 27(表 3)，與一般生長至碳氮比大於 10 即施用至田間相去甚遠，因而造成氮同化。田菁含有大量無機態氮亦可由將孵育第零天所洗出之無機氮量，計入累積氮礦化量作成累積無機氮圖(圖 5)加以佐證。

資材孵育三十六週之氮礦化特性曲線顯示(圖 4)，第一類資材中的豬糞 I 和雞糞堆肥，在八週以後仍持續有氮礦化出來，且分別持續至三十六週及二十四週之後，與 Chae & Tabatabai(1986)的研究，糞尿類資材的氮礦化可持續至 26 週以上的結果相符。而第二類資材中的牛糞和稻稈則持續氮同化作用，牛糞直到二十八週以後開始有礦化作用，而稻稈則三十六週內皆呈現同化現象，這應與稻稈具有較高的碳氮比有關，根據 Chae & Tabatabai(1986)的研究，植物類資材在孵育十二週前皆呈現氮同化現象，十二週之後陸續有氮礦化現象出現，且碳氮比越低者出現越早，其中木屑之碳氮比高達 337，則直到試驗結束(二十六週)都還是氮同化現象。由上述現象顯示，長期連續施用豬糞和雞糞堆肥兩種資材時，其後期持續的氮礦化能力應特別加以注意，隨施用次數增加，施用量應酌減。至於牛糞和稻稈，施用後短期內對氮的供應並無助益，較適合作爲改善土壤物理性之用。

不同土壤之資材氮礦化

整體而言，所測試的資材在二林及平鎭兩供試土壤之氮礦化趨勢一致。僅在氮礦化特性曲線上的各個反曲點出現時間略有差異，且累積氮礦化量互有高低。由於影響有機資材礦化量之因子相當複雜，此二土壤之理化性質差異又極大，因此，造成兩土壤中氮礦化量差異之因子，未在本研究探討範圍之內，尚需進一步試驗加以釐清。

誌　謝

感謝本所簡宣裕副研究員及糖業研究所翁銅河研究員，提供研究所需之多項資材，及資材來源的詳細說明。文稿完成後，又蒙本組黃維廷助理研究員對英文摘要及專有名詞之斧正，在此一併誌謝。

引用文獻

王銀波。1975。作物施肥法。國立中興大學。台中。166 pp。

臺灣省畜牧廢棄資源再生利用協會。1998。禽畜糞堆肥處理技術輔導手冊。臺灣省畜牧廢棄資源再生利用協會編印。212 pp。

李俊儀。1996。堆肥施用對強酸性土壤氮和磷礦化作用的影響與評估。國立中興大學碩士論文。137 pp。

李艷琪、連深。1997。有機質肥料之主成分含量及其變異。中華農業研究 46(2):181-189。

林正錺、蔡彰輝。1994。台灣耕地土壤及作物適栽性評估圖鑑。行政院農業委員會。台北。293 pp.

林良平。1978。土壤微生物學。天然書社。台北。241 pp。

林晉卿、洪崑煌。1995。豬糞、雞糞堆肥施用於土壤時氮礦化量之預測。中華生質能源學會會誌 14:160-173。

前田乾一・志賀一一。1978。水田條件下における各種有機物資材の分解經過。日本土壤肥料學雜誌 49:455-460。

連深。1995。有機質肥料之肥效試驗及結果判釋之若干觀點。p.110-125。有機質肥料合理施用技術研討會專刊。台灣省農業試驗所編印。台中。

連深。1974。蔬菜作物之養分吸收及施肥效應。中華農業研究 23(4):263-272。

莊作權、李英明。1998。不同有機質材在不同土壤水分與溫度條件下之碳與氮之礦化作用。土壤與環境 1:135-152。

鍾仁賜、王鐘和、王俊文、王銀波。1999。不同施肥下水稻之生長及氮吸收與分佈。土壤與環境 2:65-76。

Bremner, J. M., and C. S. Mulvaney. 1986. Nitrogen-total. p.595-624. *in*: Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, 2nd Edition. (Page, A. L., R. H. Miller, and D. R. Keeney, eds.) American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.

Castellanos, J. Z., and P. F. Pratt. 1981. Mineralization of nitrogen-correlation with laboratory indexes. Soil Sci. Soc. Am. J. 45:354-357.

Chae, Y. M., and M. A. Tabatabai. 1986. Mineralization of nitrogen in soils amended with organic wastes. J. Environ. Qual. 15:193-198.

Constantinides, M., and J. H. Fownes. 1994. Nitrogen mineralization from leaves and litter of tropical plants: relationships to nitrogen, lignin, and soluble polyphenol concentrations. Soil Biol. Biochem. 26:49-55.

Douglas, B. F., and F. R. Magdoff. 1991. An evaluation of nitrogen mineralization indices for organic residues. J. Environ. Qual. 20:368-372.

Fox, R. H., R. J. K. Myers, and I. Vallis. 1990. The nitrogen mineralization rate of legume residues in soil as influenced by their polyphenol, lignin, and nitrogen contents. Plant Soil 129:251-259.

Gee, G. W., and J. W. Bauder. 1986. Particle-size analysis. p383-411. *in*: Methods of soil analysis, Part 1. Physical and mineralogical methods, 2nd Edition. (A. Klute, eds.) American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.

Keeney, D. R. 1986. Nitrogen-availability indices. p711-733. *in*: Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, 2nd Edition. (Page A. L., R. H. Miller, and D. R. Keeney, eds.) American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.

Keeney, D. R., and D. W. Nelson. 1986. Nitrogen-inorganic forms. p643-698. *in*: Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, 2nd Edition. (Page A. L., R. H. Miller, and D. R. Keeney, eds.) American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.

Nelson, D. W., and L. E. Sommers. 1986. Total carbon, organic carbon, and Organic matter. p539-579. *in*: Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties, 2nd Edition. (Page A. L., R. H. Miller, and D. R. Keeney, eds.) American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.

Norman, R. J., J. T. Gilmour, and B. R. Wells. 1990. Mineralization of nitrogen from nitrogen-15 labeled crop residues and utilization by rice. Soil Sci. Soc. Am. J. 54:1351-1356.

Stanford, G., and S. J. Smith. 1972. Nitorgen mineralization potentials of soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 36: 465-472.

Sullivan, D. M., J. M. Hart, and N. W. Christensen. 1999. Nitrogen Uptake and Utilization by Pacific Northwest Crops. Oregon State University. 18 pp.

Vallis, I., and R. J. Jones. 1973. Net mineralization of nitrogen in leaves and leaf litter of *Desmodium intortum* and *Phaseolus atropurpureus* mixed with soil. Soil Biol. Biochem. 5:391-398.

Study on Nitrogen Mineralization Characteristics of Organic Materials[1]

Yu-Wen Lin[2], Tsang-Shen Liu[2] and Chung-Ho Wang[2,3]

Summary

Lin, Y. W., T. S. Liu, and C. H. Wang. 2003. Study on nitrogen mineralization characteristics of organic materials. J. Agric. Res. China 53:178-190.

Nitrogen mineralization characteristics of nine commercial / farm-produced organic materials were investigated in this study by incubation-leaching method. The accumulative mineralized N (AMN) released during 2, 4, 6, and 8 weeks incubation period was significantly negative correlated with the naperian logarithm of C/N value of the organic materials. Nine materials were divided into two groups according to their mineralization characteristic curves of eight-week incubation. Group 1(hog manure I, hog manure II, chicken manure, sawdust compost, and bagasse compost), continual release of mineral N started at the 1st week and reached the first AMN peak at the 1st or the 2nd week, and then was getting slow in the subsequent 1-5 weeks. After the slowing down period, hog manure I and chicken manure still released mineral N after incubation of the 2th and the 6th week, respectively. But on the contrary, hog manure II, saw- dust compost and bagasse compost presented N immobilization after the 1th to the 4th weeks. As to group 2 of cattle manure, rice straw, sesbania, and pure bagasse, except for the first one to two days with N mineralization appeared in some material, all presented N immobilization in the eight-week incubation. Mineralization characteristic curve after the 8th week indicated AMN of hog manure I went on increasing within 36 weeks, and the second AMN peak of chicken manure reached at the 24th week. While in cattle manure and rice straw, N immobilization continually took place, but N mineralization of cattle started until after 28 weeks. N immobilization of rice-straw lasted even after incubation test.

Key words: Organic material, Nitrogen mineralization characeristics, Accumulative mineralized N, C/N

---

1. Contribution No.2161 from Agricultural Research Institute, Conncil of Agriculture. Accepted : May 12,2003.
2. Assistant Researcher, Assistant Researcher and Accociate Researcher, respectively, Agricultural Chemistry Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Corresponding author, e-mail : chwang@wufeng.tari.gov.tw ; Fax : (04)23302805.